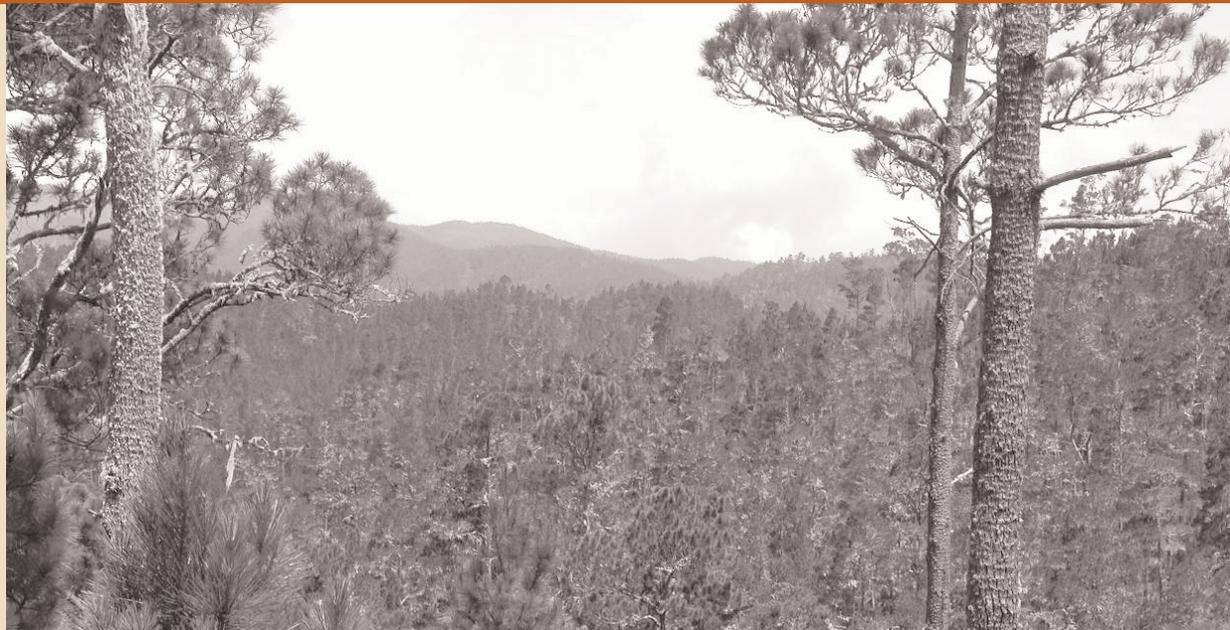


Evaluación del Manejo del Fuego en los Ecosistemas de Tierras Altas de la República Dominicana



Noviembre de 2004

GFI informe técnico 2004-2b

Cita: Myers, R., J. O'Brien, D. Mehlman, and C. Bergh, Evaluación del Manejo del Fuego en los Ecosistemas de Tierras Altas de la República Dominicana. GFI informe técnico 2004-2b. The Nature Conservancy, Arlington, VA.

Traducción por Eva Vilarrubi.

La Iniciativa para el Manejo del Fuego de TNC reconoce el apoyo financiero de los programas Internacionales del Servicio Forestal de USDA en el desarrollo de esta evaluación.

Para mas información contacte a:

Ronald Myers
TNC Global Fire Initiative
Tall Timbers Research Station
13093 Henry Beadel Drive
Tallahassee, FL 32312
850-668-5569
rmyers@tnc.org
<http://nature.org/fire>

Fotografía en la portada: Vista del bosque de pino criollo en el Parque Nacional Juan B. Pérez Rancier, República Dominicana. ©Ronald Myers

índice

<u>Section</u>	<u>Página</u>
Introducción	1
Propósito	1
Enfoques y Restricciones	2
Fuego y Vegetación	4
Ecosistemas de Bosque de <i>Pinus occidentalis</i> , Montes y Sabana	4
Bosque Nuboso	7
Bosque Mixto de Pino y Latifoliados	8
Observaciones e Interpretaciones	10
Ecología de Incendios y Regímenes de Fuego	10
Papel e Impacto de la Explotación Forestal	13
Conclusiones y Recomendaciones	18
Atributos Ecológicos Clave Relacionados con el Fuego	18
Estrategias Recomendadas para el Manejo del Fuego	21
Próximos Pasos Sugeridos	23
Referencias	25

1 introducción

Propósito

Entre el 7 y 14 de julio de 2003, un equipo de expertos en el manejo del fuego y en ecología de incendios visitó el Área de Conservación Madre de las Aguas (Reserva Científica Ébano Verde, Parque Nacional Juan B. Pérez Rancier) y el Parque Nacional Sierra de Bahoruco a fin de evaluar las cuestiones relacionadas con el fuego que afectan al ecosistema de bosque de pino criollo y las sabanas y bosques nubosos asociados con el mismo, en la República Dominicana. Los objetivos de la evaluación eran:

(1) Recopilar información sobre las necesidades y cuestiones del manejo del fuego que afectan a los ecosistemas de las tierras altas centrales y la Sierra de Bahoruco de la República Dominicana.

(2) Evaluar los regímenes de fuego actuales y la evidencia de los efectos del fuego. Discutir si los regímenes de fuego se han alterado significativamente de lo que se considera apropiado para mantener la integridad y dinámica ecológicas de estos ecosistemas.

(3) Desarrollar una lista de necesidades de investigación y lagunas de información.

(4) Evaluar las necesidades de planificación y capacitación para el manejo del fuego.

(5) Identificar otras amenazas relacionadas con el fuego, por ej. especies invasoras, cuestiones del uso del suelo.

Los miembros del Equipo

- Chris Bergh, Director del Programa de Conservación, Florida Keys, USA
- Jeffrey Miller, Enlace con USAID, Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico
- Dr. David Mehlman, Director, Programa de Aves Migratorias, TNC, New Mexico, USA
- Dr. Ronald Myers, Ecólogo de Incendios Principal
- Dr. Joseph O'Brien, Ecólogo, USDA Forest Service, Georgia, USA

El Equipo fue acompañado por

- Andrés Ferrer, Director del Programa de la República Dominicana, TNC
- Carlos Garcia, Director Ejecutivo, Fundación Moscoso Puello (FMP)
- Elvis Cuevas, Ornitólogo, Fundación Moscoso Puello
- Pedro Rodríguez, Director del Programa de Conservación de Aves, FMP
- Eladio Fernandez, Presidente, Sociedad Ornitológica Hispaniola
- Alberto Sánchez, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Santo Domingo
- Williams Hernandez Regalado, Ingeniero Agroforestal, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Rafael David Espinal Montero, Ingeniero Agroforestal, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Equipo también se encontró con Odalis Pérez (Oficial Ambiental de USAID), el Ing. Roberto Sánchez (Director de Áreas Protegidas) y el Ing. Máximo Aquino (Subsecretario de Recursos Forestales).

(6) Identificar proyectos y programas que podrían ser desarrollados e implementados por The Nature Conservancy, las organizaciones no gubernamentales y socias bilaterales y el gobierno de la República Dominicana con el fin de reducir las amenazas de regímenes alterados del fuego en las tierras altas centrales.

(7) Identificar el personal de manejo de tierras que podría participar en cursos de capacitación, intercambios y programas de mentoría.

(8) Proporcionar a los administradores de incendios y especialistas de conservación de la República Dominicana recomendaciones sobre estrategias y acciones para reducir las amenazas de regímenes alterados del fuego.

(9) Proponer y discutir la posibilidad de realizar un taller de la Red para el Manejo del Fuego de América Latina y el Caribe en la República Dominicana sobre el fuego en ecosistemas de pinares de tierras altas y sabanas en América Latina.

Esta evaluación se realizó como parte de la Red para el Manejo del Fuego de América Latina y el Caribe (Latin American & Caribbean Fire Management Network — LACFMN), financiada por la oficina de Programas Internacionales del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA Forest Service International Programs) a través de The Nature Conservancy.

Enfoques y Restricciones

La información provista en el presente informe se basa en observaciones y discusiones que el Equipo de Evaluación y sus anfitriones dominicanos llevaron a cabo durante cuatro días en el campo y dos días de reuniones con personal de TNC y sus socios no gubernamentales y gubernamentales. Las observaciones del Equipo en Madre de las Aguas (Cordillera Central) se limitaron a sitios (1) a lo largo del camino principal a través del Parque Nacional Juan B. Pérez

Rancier (también conocido como Valle Nuevo) desde El Convento hasta San José de Ocoa, (2) en la Cañada de La Zanja cerca de la Estación de Investigación Dr. Rafael Moscoso Puello y (3) a lo largo del camino que lleva a la cima de Alto Bandera.

En el Parque Nacional Baboruco, el Equipo observó sitios (1) a lo largo del camino desde Puerto Escondido hasta El Aguacate, luego (2) al sur a lo largo de la Carretera Internacional (en la frontera con Haití), seguido por (3) paradas a lo largo de la Carretera Alcoa y terminando en el centro de visitantes de Hoyo de Pelempito.

Este itinerario proporcionó amplios transectos a través de (1) bosques de pino criollo y sabanas en la Cordillera Central, (2) bosques nubosos en la Reserva Científica Ébano Verde y en un sitio de Valle Nuevo llamado Parque Jurásico y (3) bosques de pino y bosques de árboles de madera dura en sustrato calizo en la Sierra de Baboruco.

Estas áreas no le pudieron proporcionar al Equipo la oportunidad de observar la gama completa de las condiciones del bosque ni los efectos de todos los incendios recientes en los bosques de pino criollo y en los ecosistemas relacionados. El Equipo también se vio limitado en sus observaciones de los puntos de encuentro entre el bosque y la agricultura, donde se originan muchos de los incendios que afectan al bosque, aunque tuvieron un buen panorama de las diferencias y efectos a lo largo de la frontera con Haití y el Parque Nacional Sierra de Baboruco. Tampoco pudieron observar y evaluar algunos tipos de vegetación clave tales como el Manaclares—un bosque tropical húmedo con abundantes palmas, *Prestoea montana*.

Además, las interpretaciones presentadas en este informe son, en gran parte, inferencias basadas en observaciones agudas realizadas por el

Equipo, en su experiencia y su pericia profesional y deducidas de estudios científicos en ecosistemas similares en otros lugares del mundo. La validez de estas interpretaciones debe aguardar estudios científicos más detallados y mayor experiencia de manejo.

Hay un equipo de investigación de la Universidad de Tennessee que está trabajando en este momento en la dinámica de la vegetación después del fuego, dendrocronología, historia de la vegetación e historia del fuego en los bosques de pino criollo en la Cordillera Central. Hay otro equipo de investigación de la Universidad Cornell estudiando las relaciones

entre la vegetación y el medio ambiente, incluyendo el fuego, en la distribución y estructura de los tipos montanos en la Cordillera Central. El proyecto de Cornell está financiado por The Nature Conservancy por medio de la Fundación Mellon. Las referencias de estos proyectos, Horn et al. (2000), Horn et al. (2001) y Sherman et al. (2003), le proporcionaron al Equipo resultados de investigación y antecedentes de la Cordillera Central. Antecedentes sobre la florística de los pinares de la Sierra de Bahoruco se pueden encontrar en Fisher-Meerow & Judd (1989). Latta et al. (2000) discuten cuestiones relacionadas con el fuego en la Sierra de Bahoruco.

2 fuego y vegetación

Hay tres tipos principales de vegetación en el Parque Nacional Juan B. Pérez Rancier y el Parque Nacional de la Sierra de Bahoruco que se ven afectados por el fuego: (1) los bosques de pino criollo, montes y sabanas, (2) bosques mixtos de pinos y latifoliados y (3) bosques nubosos. Los bosques de pino dependen del fuego; los bosques mixtos de pinos y latifoliados son producto de un régimen cambiante de fuego; el bosque nuboso es sensible al fuego (Figura 1).

Ecosistemas de Bosque de *Pinus occidentalis*, Montes y Sabanas

Pinus occidentalis, conocido como pino criollo, se considera endémico a la isla Hispaniola. Se estima que tiempo atrás cubría 3 millones de hectáreas, pero se redujo a menos del 5 por cien-

to de esa área (Darrow y Zanoni 1990). Casi todos los bosques restantes se encuentran en la República Dominicana. La especie se encuentra en elevaciones de 200 hasta 3000 m en la Cordillera Central y en la Sierra de Bahoruco. Las distribuciones más extensas y puras ocurren a 900–2700 m. El suelo en la Cordillera Central está formado por arcillas ácidas superficiales mezcladas con roca ígnea, pobres en nutrientes; en la Sierra de Bahoruco, el suelo es derivado de piedra caliza. Las precipitaciones varían entre 1200–2300 mm, con 3–5 meses de estación seca durante el invierno cuando hay heladas ocasionales por encima de los 1600 m.

Debido a la falta de estaciones marcadas en los trópicos, el medio ambiente de alturas elevadas

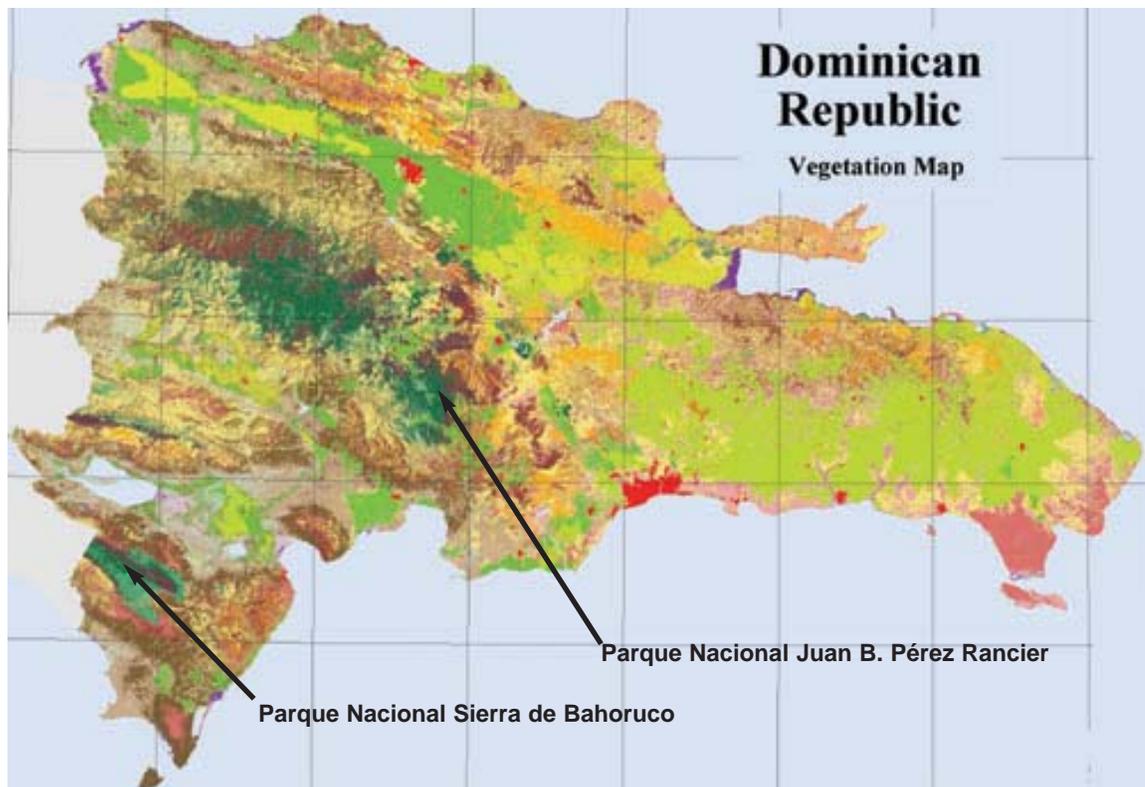


Figura 1. Ubicación de los parques nacionales y bosques de pino Juan B. Pérez Rancier y Sierra de Bahoruco. Verde oscuro = Bosque de pino montano y bosque mixto de pino y latifoliado. Verde claro = Monte de pinos. Violeta = Bosque lluvioso montano y bosque nuboso.

tiene temperaturas frías durante la noche en todo el año. Esto contrasta con el medio ambiente de tierras altas en latitudes más altas, donde hay una marcada estacionalidad. El medio ambiente frío limita la tasa de crecimiento en estos ecosistemas de pinares comparado con pinares de la misma latitud pero elevación más baja. Así, la tasa de crecimiento, la acumulación de combustible y la descomposición son relativamente bajas comparadas con el medio ambiente de tierras bajas tropicales.

En los lugares en los cuales todavía se encuentran pinos en Haití, el arbusto exótico invasor *Syzygium jambos* forma matorrales densos debajo de los pinos, los cuales supuestamente excluyen al fuego (Darrow & Zanoni 1990). El problema más serio que observamos con especies invasoras fue la propagación del pino caribe no nativo (*Pinus caribea*) causado por esfuerzos inadecuados de reforestación cerca del Valle Nuevo en la

Cordillera Central y a lo largo de la Carretera Alcoa en el Parque Nacional Sierra de Bahoruco.

La afinidad del *Pinus occidentalis* con varias especies de pino endémicas en Cuba no es clara. Varios autores informan sobre su existencia en ambas islas, siendo la variedad cubana *Pinus occidentalis* var. *cubensis*. Aparentemente, hay una variación considerable entre las poblaciones de pino en Cuba oriental y se notó la posibilidad de híbridos de *Pinus cubensis* y *Pinus occidentalis*. Borhidi (1996) expresa que estas poblaciones morfológicamente diversas en Cuba están unidas bajo el nombre *Pinus maestrensis*. Farjon y Styles (1997) sostienen que los informes de *P. occidentalis* de Cuba oriental son probablemente erróneos y seguramente pertenecen a *Pinus cubensis*. *P. occidentalis* tiene fascículos de 3–4-predominantemente 5 agujas, mientras que tanto *P. cubensis* como *P. maestrensis* tienen fascículos de 2–3 agujas (Bisse 1981). El



Figura 2. Pajones *Danthonia domingensis* en una sabana de Valle Nuevo que se quemó en 2001. Obsérvese la cantidad limitada de acumulación de combustible y falta de continuidad de combustible entre pajones dos años después de la quema. Esto muestra que en este medio ambiente de tierras altas frías la acumulación de combustibles es relativamente lenta.

pino en la Sierra de Bahoruco fue descrito como *P. occidentalis* var. *baorucoensis*, si bien, en general, no se reconoce esta variedad (Farjon y Styles 1997). Su característica morfológica puede ser expresión de su crecimiento en suelo calcáreo.

La Comisión de Supervivencia de Especies de UICN (1994) registra a *Pinus occidentalis* como una especie vulnerable y con necesidades de medidas de conservación y manejo.

Debido a las marcadas diferencias de sustrato/suelo, la composición de las especies florales es muy distinta entre los bosques y las sabanas de la Cordillera Central y la de la Sierra de Bahoruco. Esta diferenciación también puede haber sido influenciada por el hecho que la Sierra de Bahoruco formó, una vez, una isla separada y estaba aislada de la Cordillera Central. La tierra ácida de la Cordillera Central alberga

especies de arbustos tales como *Lyonia heptamera*, *Myrica picardae*, *Myrsine coriacea*, *Ilex tuerkheimii*, *Garrya fadyenii* y *Baccharis myrsinites*. La gramínea pajón, *Danthonia domingensis*, domina los pastizales y las sabanas y es común incluso en bosques relativamente densos (Figura 2).

En contraste con la Cordillera Central, el sotobosque y la cobertura vegetal en los bosques de pinos de la Sierra de Bahoruco son reminiscentes de especies encontradas en tierras de rocas calcáreas, por ej., la palma *Coccothrinax scoparia*, el agave *Agave antillana* y arbustos como *Cestrum brevifolium*, *Chamaescrista glandulosa*, *Lyonia truncata*, *Myrica picardae*, *Senecio picardae*, *Hypericum hypericoides* y *Coreopsis buchii*. Los pastos son abundantes pero el *Danthonia domingensis* no es uno de ellos (Figura 3).



Figura 3. Cobertura de pinares en sustrato calizo en el Parque Nacional Sierra de Bahoruco. Los residuos de agujas de pino forman un combustible continuo que es el principal portador de fuego.

Bosque Nuboso

En latitudes tropicales y subtropicales, las montañas frecuentemente alcanzan o traspasan la altura de inversión de los vientos alisios, que en la latitud de la República Dominicana es más fuerte y más baja durante finales del invierno y la primavera y nuevamente en el otoño. Bajo la Inversión de Vientos Alisios, se puede predecir la presencia de nubes a barlovento de las montañas, producido por el ascenso orográfico de la corriente de vientos alisios. Esta franja de nubes permanentes se mueve hacia arriba o hacia abajo de la ladera cuando la inclinación de la tierra cambia con las estaciones. La alta humedad asociada con esta franja de nubes produce condiciones de bosques perennes latifoliados con características únicas a estas condiciones, por ej. enanos, debido a la transpiración limitada y abundantes plantas epífitas con flores, briófitas y helechos. En estos bosques nubosos, los incendios son acontecimientos raros y, cuando ocurren, pueden ser muy destructivos. May (1997) documentó los efectos y la respuesta del bosque nuboso en la Reserva Científica Ébano Verde a un incendio en 1992 y encontró que, si bien algunas especies tuvieron la capacidad de rebrotar después del incendio, el ecosistema en general se adapta muy pobremente al fuego. Además de ser susceptibles al fuego, estos ecosistemas son sensibles al daño producido por el viento y a los deslizamientos de tierras. Al igual que otros tipos de bosques tropicales latifoliados, un solo incendio en un bosque nuboso cambia las características del combustible, haciéndolo más susceptible a incendios futuros (Figura 4).

En la República Dominicana, los bosques nubosos están encajados entre bosques de pinos por encima y por debajo de ellos. Los incendios frecuentes de los bosques de pinos limitan la expansión altitudinal de la vegetación del bosque nuboso hacia arriba o hacia abajo de la ladera. Si se excluyen los incendios en las zonas de transición entre el bosque nuboso y el de pino, las especies del bosque nuboso se van a mover hacia

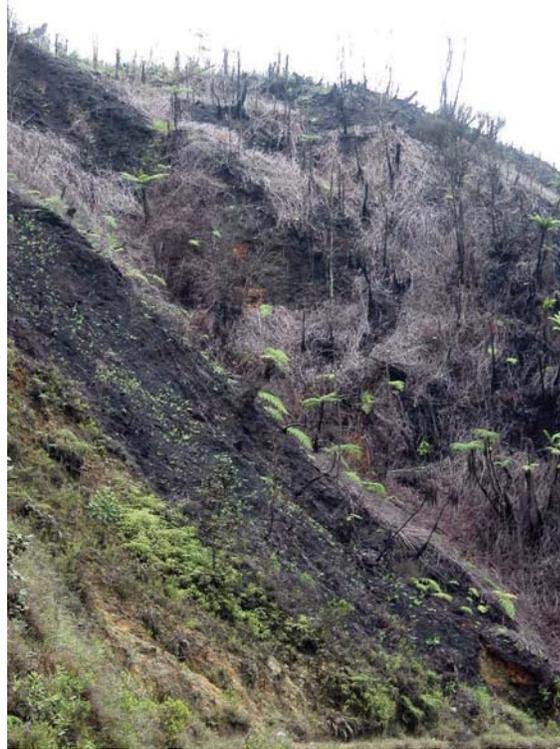


Figura 4. Vegetación en lo que fue un bosque nuboso que sufrió incendios repetidos, cerca de la Reserva Científica Ébano Verde. El incendio más reciente ocurrió en julio de 2003. La foto fue tomada aproximadamente una semana después del incendio. Lo que una vez fue un bosque nuboso latifoliado relativamente resistente al fuego, actualmente se encuentra dominado por helechos, graminoides y enredaderas inflamables.

esas áreas sin fuego a expensas del pino. A la inversa, los incendios severos en el bosque nuboso pueden crear condiciones para que el pino se establezca después de la quema. Con quemadas repetidas, el pino va a perseverar y expandirse a expensas de las especies del bosque nuboso. Sherman et al. (2003) describe dos tipos de bosque de pinos en los cuales especies de árboles y arbustos del bosque nuboso son comunes en el sotobosque y se encuentran epífitas en los pinos. Estos sitios pueden proporcionar las condiciones necesarias para que se desarrollen tanto el bosque de pinos como el nuboso, según el régimen de fuego.

Las tres especies más abundantes en el bosque nuboso son *Didymopanax tremulus*, *Magnolia pallescens*, *Clusia clusiodides* y *Podocarpus aris-*



Figura 5. Contraste marcado entre el antiguo bosque de pinos y latifoliado en Haití, actualmente usado para agricultura, y los bosques de pino del Parque Nacional Bahoruco en la República Dominicana.

tulatus. Como es común en ecosistemas influenciados por el fuego, el fuego afecta la presencia y la abundancia relativa de las especies. Guerrero et al. (2002) describe varios casos en los que el



Figura 6. Una quema agrícola fuera de control, justo bajo los bosques de pino del Parque Nacional Juan B. Pérez Rancier.

fuego pudo haber influenciado la composición de las especies en el bosque nuboso.

Bosque Mixto de Pinos y Latifoliados

Los bosques mixtos de pinos y latifoliado existen en zonas de baja elevación, donde el pino se mezcla gradualmente con el bosque tropical húmedo, como en los bosques riparios a lo largo de los cursos de los ríos y en los desagües de todas las elevaciones, y en zonas más elevadas, donde el pino se mezcla gradualmente con la vegetación del bosque nuboso. En los lugares donde los pinos ocurren dentro de un bosque latifoliado, muy probablemente se trata de un antiguo pinar del cual se excluyó el fuego, permitiéndole a las especies latifoliadas expandirse en el antiguo pinar, o donde el fuego entró y dañó un bosque latifoliado y creó condiciones favorables al establecimiento del pino. En cualquiera de los casos, la situación no es estable y no va a mantenerse. En la ausencia continua de fuego, los pinos van a desaparecer; con incendios

repetidos, el bosque o monte de pino va a desarrollarse y mantenerse.

En las zonas de elevaciones bajas, es decir, debajo de la zona de bosques de pinos y mezcla de pinos y latifoliado, hubo anteriormente bosque húmedo o seco subtropical mixto latifoliado,

pero ahora la agricultura prevalece en esta zona y la mayor parte del bosque desapareció (Figura 5). Frecuentemente se queman las tierras agrícolas en barbecho cuando se las rota nuevamente para cultivo y algunos de estos incendios escapan el control y queman las zonas más altas de vegetación (Figura 6).

3 observaciones e interpretaciones

Ecología de Incendios y Regímenes de Fuego

La distribución histórica del pino criollo es en gran parte producto del fuego, es decir, son bosques mantenidos por el fuego. Holdridge (1949) fue probablemente el primero en notar el papel ecológico del fuego en el mantenimiento de los bosques de pino criollo. La larga historia del fuego en estos ecosistemas de pino y sabana fue documentada por Horn et al. (2000) y Clark et al. (1997). Estos estudios fecharon el carbon del suelo y sedimentos desde finales del Pleistoceno (42.000 años AP) y durante todo el Holoceno (últimos 10.000 años). La incidencia del fuego es anterior a la llegada del hombre (6000–7000 años AP). El análisis del polen sugiere, pero no confirma, que las actividades humanas pueden haber tenido como consecuencia la expansión del pino ladera abajo. Sin embargo, los resultados generales indican que el régimen del fuego no cambió significativamente en los últimos 5000 años y que las actividades humanas recientes no favorecieron necesariamente la vegetación de pino y sabana sobre los bosques latifoliados en la Cordillera Central, como se sugirió algunas veces. Los fuegos frecuentes limitan la extensión y la distribución real de la vegetación de bosque nuboso latifoliado y el límite entre este tipo de bosque y el pino o sabana puede crecer y decrecer en cualquier área dependiendo de la incidencia del fuego.

Hoy muchos incendios son probablemente de origen humano, pero debido a que se mantuvieron muy pocos registros, no se conoce la incidencia de incendios causados por rayos y el papel relativo del hombre frente a los incendios causados por rayos. Los incendios de origen humano son fuegos que escapan el control de la zona de las casas o por quemadas agrícolas, fuegos prendi-

dos por cazadores, fuegos prendidos accidentalmente por residentes locales y visitantes de los parques nacionales de la región o quemadas de venganza o protesta contra individuos o el gobierno. Guerrero y McPherson (2002) describen la historia reciente del fuego en el Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier (Valle Nuevo). McPherson et al. (2002) entrevistó a las comunidades locales en relación con su uso y actitud frente al fuego y encontró que los fuegos agrícolas fuera de control, si bien son importantes, han sido un factor que probablemente afectó los ecosistemas de pino menos que los incendios prendidos como forma de protesta o venganza relacionada con asuntos socio-políticos. El libro *Integrated Ecological Evaluation of Juan Bautista Pérez Rancier National Park*, que contiene estos dos trabajos citados, presenta un mapa de grandes incendios documentados entre 1983 y 1998. Hubo siete incendios registrados; el mayor, en 1983, cubrió 51.200 ha.

El fuego ha sido una influencia importante que afectó la distribución y la estructura actual de los ecosistemas de bosque de pinos y sabana.

Muchos bosques de pinos, montes, sabanas y pastizales abiertos en todo el mundo dependen de regímenes específicos de fuego para permanecer y mantener sus características. Sin el fuego, éstos cambiarían a algo diferente, con la pérdida no sólo de los pinos pero también de las muchas especies de plantas y animales que son específicas de esos hábitats. Los ecosistemas de pino criollo no son una excepción.

Probablemente la mejor manera de describir el régimen de fuego que mantiene viable los ecosistemas de pino criollo es “mixto,” es decir, una combinación de fuegos frecuentes de baja intensidad, restringidos a los combustibles en el suelo del bosque (por ej., pastos, las agujas de pino caí-

das, pequeños arbustos) y fuegos de copa de gran intensidad, que reemplazan los rodales y matan muchos de los pinos en su camino. El componente de alta intensidad se logra por la interacción de los vientos, la humedad, la inclinación de la ladera, la acumulación de combustible y la densidad del rodal. Es más probable que ocurran estos tipos de incendio durante condiciones muy secas, en laderas empinadas, con vientos ascendentes en la ladera y sobre extensiones que acumularon combustible durante extensos períodos sin fuego.

El tamaño del área afectada por estos incendios de alta intensidad puede estar limitado a pequeños rodales o puede involucrar múltiples laderas y cumbres a través del paisaje. A la inver-

sa, los incendios de superficie de baja intensidad serían comunes en condiciones de quemas moderadas y/o cargas de combustible bajas, en terreno relativamente llano, en áreas que se queman con fuegos de cola o fuegos de flanco a través de laderas, y con fuegos de cola contra el viento. Bajo condiciones de quema moderadas a leves, los fuegos en rodales abiertos y en sabanas que no se quemaron en mucho tiempo pueden ser de mayor intensidad que en rodales de pino densos adyacentes debido a diferencias en la estructura del combustible de la superficie (es decir, pastos erguidos versus residuos compactos horizontales de agujas de pino) y porque la densidad del rodal de pino afecta la velocidad del viento, la humedad del combustible y la temperatura del combustible (por la sombra), siempre



Figura 7. Efectos del fuego como consecuencia de un fuego de frente que ardió desde una sabana abierta hacia un bosque cerrado de pino. Obsérvese la mayor mortalidad de árboles chicos y la altura de las ramas muertas en el borde del bosque. Cuando el fuego entró en el bosque, su comportamiento se moderó considerablemente, reduciendo su efecto en los pinos. La quema ocurrió en 2001. Esta es probablemente una dinámica normal en el borde entre la sabana y el bosque, donde los pinos se apropian de la sabana durante intervalos libres de incendios, y luego se mueren cuando ocurre un incendio.

que las condiciones no sean conducentes al coronamiento (Figura 7).

El pino criollo tiene adaptaciones específicas que le permiten sobrevivir y/o responder favorablemente al fuego. Cuando es una plántula, el pino no tiene ninguna adaptación para sobrevivir al fuego. Esto indica que el intervalo promedio de retorno del fuego tiene que ser suficientemente largo para permitirle a algunos árboles del rodal ser lo suficientemente grandes para poder sobrevivir al fuego. Hay una relación entre el tamaño de supervivencia y la intensidad del fuego. Algunos de los árboles más chicos pueden sobrevivir incendios de baja intensidad mientras que ninguno puede sobrevivir incendios de alta intensidad. Los árboles más grandes tienen dos adaptaciones que aumentan su probabilidad de sobrevivir al fuego: (1) corteza gruesa que protege el cambium del calor y (2) una poda natural de las ramas bajas que mantiene a los brotes por arriba de la temperatura letal del fuego de superficie (el fuego también puede ser un agente de poda). Horn et al. (2001) encontró que la mortalidad del pino en los incendios tiene una fuerte correlación con el diámetro del tallo. Los árboles con un diámetro de más de 10cm sobreviven el fuego más frecuentemente que los árboles de diámetro menor.

Sin tomar en consideración la supervivencia o la mortalidad del pino, el fuego prepara una cama de semillas de tierra mineral, liberando nutrientes para facilitar el crecimiento y reduce la sombra y competencia de otras especies, facilitando la regeneración y el crecimiento de los pinos. El fuego también puede aclarar rodales de pino densos, provocando un crecimiento más vigoroso y rodales abiertos con mayor tolerancia al fuego.

Lo que no se conoce es el intervalo mínimo de retorno del fuego que permita la subsistencia del pino en un sitio particular. La supervivencia será, en parte, función de la productividad del sitio, es decir, cuán rápido pueden crecer los árboles

jóvenes, y las condiciones del combustible: tipo de combustible, cantidad de combustible y humedad del combustible, todo lo cual contribuye a la intensidad del fuego. La Figura 8 muestra el tamaño de la regeneración del pino después de un incendio en 1992 en combustibles de pastos de sabana en la Cordillera Central. Un fuego que arde con el viento (fuego de frente) bajo estas condiciones de combustible probablemente matará la regeneración que se muestra en esta foto. Un fuego de baja intensidad, de cola o perpendicular al viento (fuego de flanco), puede permitir una supervivencia considerable de los árboles de este tamaño. Esto sugiere que el intervalo mínimo de retorno del fuego para la supervivencia del pino en combustibles de pastos es 10–12 años. Este mínimo puede ser considerablemente diferente en combustibles de monte o combustibles de residuos de pino/pastos ralos como los que se encuentran en la Sierra de Bahoruco, o en otras partes de la Cordillera Central.

Los incendios en rodales más maduros pueden ser considerablemente más frecuentes que cada 10–12 años. El intervalo de retorno estaría limitado por la acumulación de combustible y podrían ser tan frecuentes como cada 2–5 años. Los fuegos frecuentes proporcionarían protección a los rodales de árboles grandes contra los incendios forestales bajo condiciones extremas porque los combustibles raramente se acumularían para apoyar fuegos destructivos (Figuras 9 y 10).

Respuesta de la capa de arbustos al fuego. Horn et al. (2001) documentó altos rebrotes basales (95–100%) de la mayor parte de los matorrales de sotobosque dos años después del incendio en un área quemada en Alto de la Primera Cañada en el Parque Nacional Juan B. Pérez Rancier. Esto, unido a la supervivencia de los árboles más grandes, al reclutamiento de las plántulas de pino y a la perseverancia de la gramínea pajón apuntan a un ecosistema que está adaptado al fuego y que depende de fuegos periódicos.



Figura 8. Regeneración de pino de once años en combustibles de sabana después de un incendio que ocurrió en 1992, Valle Nuevo. Parece que un fuego de frente mató grandes árboles dispersos que estaban en la sabana y dañó los árboles en el borde del bosque. Luego, el fuego se trasladó a través del bosque como un fuego de superficie de menor intensidad y no causó impacto en los árboles del rodal denso. Dadas las condiciones de combustible actuales, un fuego de frente probablemente mataría a todos los árboles en la regeneración, pero todavía tendría un impacto menor en el bosque maduro debido a la baja cantidad de combustible y a las condiciones de sombra. Bajo condiciones de quema severas, el bosque denso sería propenso a fuegos de copas lo que daría como resultado la pérdida de casi todos los árboles.

Papel e Impacto de la Explotación Forestal

La estructura y dinámica actual de los bosques de pino criollo y sus relaciones con los bosques nubosos y latifoliados adyacentes sufrió fuertemente el efecto de las actividades de tala anteriores. La tala comercial de pinos en la Cordillera Central comenzó a principios del 1900. La intensidad de la extracción aumentó después de la 2ª Guerra Mundial y alcanzó su momento crítico en la última década del régimen de Trujillo, cuando se completó la carretera a través de Valle Nuevo en 1952. Entre 1943 y 1952 había 19 aserraderos dentro de lo que es hoy el Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier. Aunque no disponemos de información específica,

suponemos que los bosques de pino de Sierra de Bahoruco fueron explotados aproximadamente durante la misma época y con la misma intensidad.

Además de cambiar la estructura de los bosques de pino, la deforestación asociada con la tala llevó a la migración de personas que convirtieron las áreas que antes habían sido forestales en agrícolas. Para mayor información sobre la explotación del bosque y el uso del suelo en la Cordillera Central, véase referencias en Guerrero y McPherson (2002).

Los bosques de pino observados durante esta evaluación del fuego mostraron una estructura



Figura 9. Rodal de pino en el Parque Nacional Sierra de Bahoruco que se quemó este último año. El fuego no tuvo impacto sobre el estrato del dosel superior de los pinos. Puede haber matado la regeneración de pinos, pero el rodal ya estaba completamente poblado. La mayor parte del agave sobrevivió el fuego, sugiriendo una quema de muy baja intensidad. Los matorrales del sotobosque están brotando nuevamente. Una capa fina de agujas de pino cubre la superficie de la tierra, lo que potencialmente podría volver a quemarse.



Figura 10. El bosque de pino frecuentemente quemado de la izquierda contrasta con el bosque de pino que no fue quemado en mucho tiempo de la derecha. Los pinos no se pueden regenerar bajo estas condiciones de ausencia prolongada del fuego y muchas especies de la superficie del suelo desaparecen por la sombra. Con la ausencia continua del fuego, los pinos van a desaparecer de este sitio. Mientras tanto, los combustibles de residuos de agujas de pino y arbustos se acumulan, haciendo que el sitio sea propicio a un incendio que destruya el rodal. Las quemas prescritas podrían mantener la condición de la izquierda y restaurar el bosque de la derecha a un estado más saludable.

fuertemente influenciada por la tala pasado y las actividades subsiguientes del fuego. Todos los bosques observados tanto en la Cordillera Central como en la Sierra de Bahoruco eran crecimiento secundario. En algunos lugares, había grandes pinos aislados con copas de forma aplanada, característicos de árboles de crecimiento maduro que probablemente escaparon a la tala. Las varias estructuras diferentes de bosque observadas son probablemente resultado de historias de fuego específicas después de que las áreas fueron taladas. Estas son:

(1) Rodales densos de edad uniforme de árboles de tamaños de poste con árboles semilleros emergentes aislados (Figura 11). Probablemente estos rodales se desarrollaron después de que el área fue talada. Los árboles maduros emergentes tienen cicatrices causadas por el fuego y puede ser que hayan quedado por esa razón. Estas áreas no fueron quemadas en muchos años

(posiblemente desde los años 1950) o se quemaron con incendios de sotobosque de muy baja intensidad que quemaron los combustibles de residuos y pasto y tuvieron muy poco impacto en los pinos. En algunos lugares, había una capa profunda >10 cm de acumulación de mantillo. Bajo condiciones extremas de quema, estos rodales son sensibles a incendios que reemplazan el rodal. En áreas con bastante acumulación de mantillo, incluso los incendios de superficie de baja intensidad, en condiciones sumamente secas, pueden ser mortales para los pinos porque matan las raíces alimentadoras en el mantillo y porque el calor de la combustión que arde lentamente mata el cambium en la base del árbol. A pesar de estas condiciones, se puede reducir considerablemente los combustibles en estos rodales aplicando quemas prescritas de manera adecuada.



Figura 11. Rodal de pino de crecimiento secundario densamente poblado en Valle Nuevo que se puede haber establecido después de actividades de tala o de un incendio severo que reemplazó el rodal. Esos tipos de rodal son sensibles a incendios que lo reemplazan. Se pueden reducir los combustibles y la densidad del rodal aplicando quemas prescritas de manera adecuada. Bajo condiciones de humedad, estos bosques muy sombreados probablemente frenarán incendios que queman la sabana adyacente.

(2) Un mosaico de (a) árboles jóvenes densos y sin árboles grandes; (b) rodales abiertos de árboles grandes con pastos y sin reproducción; y (c) árboles grandes aislados con reproducción densa por debajo (Figura 12). Estas parcelas reflejan un lugar donde (a) los árboles del dosel pueden haber muerto por el fuego y fueron resembrados por árboles semilleros adyacentes; (b) los árboles del dosel fueron talados durante la tala y la regeneración muere periódicamente antes que los árboles alcancen un tamaño de supervivencia probable; (c) los incendios de superficie frecuentes previnieron o mataron la regeneración pero no dañaron a los árboles más grandes con resistencia al fuego; y (d) el fuego puede haber matado una generación de reproducción pero no hubo incendios durante un período suficientemente largo para apoyar la reproducción vigorosa bajo árboles más grandes resistentes al fuego. Con la ausencia continua del fuego, cada una de éstas podría desarrollar la estructura densa que se muestra en la Figura 11.

(3) Rodales de pino de edades uniformes o de edades no uniformes con grupos de reproducción en claros pequeños (Figura 13).

Probablemente se desarrolla esta estructura cuando los incendios de superficie dejan intactos a la mayor parte de los árboles grandes pero se crean pequeños claros en el dosel cuando varios árboles grandes mueren a causa de incendios, rayos, vientos fuertes u otros factores tales como enfermedades. La quema de combustibles y vegetación de superficie junto con una mayor intensidad de luz crean condiciones propicias para que se establezca un grupo de reproducción en los claros. Esta reproducción puede (a) morir como consecuencia del próximo incendio-recreando el claro, (b) ser raleada por fuegos repetidos, o (c) ser raleada por la competencia.

(4) Rodales en los cuales el pino caribe no nativo (*Pinus caribea*), plantado como parte de proyectos de reforestación, domina sitios donde anteriormente había pino criollo (Figura 14).



Figura 12. Un mosaico de estructuras de rodal creado por actividades de incendios pasados que ilustra la regeneración en parcelas donde árboles grandes murieron por un incendio y la regeneración debajo de los árboles grandes que sobrevivieron al incendio. En esta etapa, otro incendio podría (1) matar toda la regeneración pero no hacer daño a los árboles grandes o (2) matar sólo los árboles más pequeños de la regeneración, lo que va a producir un rodal abierto de pinos de edades mixtas.

Esta estructura domina el paisaje a lo largo de la carretera Alcoa y alrededor del centro de visitantes Hoya del Pelempito en el Parque Nacional Sierra de Bahoruco. Aunque las exhibiciones en el centro de visitantes destacan el pino criollo endémico de la República Dominicana, la mayor parte de los árboles en el área son pino caribe y quizás otras especies introducidas. La elevación y el suelo de esta área son muy propicios para el pino caribe, que parece ser un invasor muy agresivo, favorecido por incendios frecuentes. A diferencia, también se introdujo el pino caribe en las elevaciones más altas de la Cordillera Central y evidentemente no se adaptó a esas condiciones. Los pequeños árboles mal desarrollados pueden ser eliminados fácilmente por un incendio.



Figura 13. Rodal de pino maduro con bastante regeneración de pino en la Sierra de Bahoruco. Algunos claros en el dosel van a favorecer el crecimiento de pinos en parcelas. Probablemente las plántulas debajo de los árboles de pino van a morir en el próximo incendio, mientras que es probable que los árboles jóvenes más grandes en los claros sobrevivan por su tamaño mayor. El fuego es un importante agente causal de raleo donde hay una densa reproducción bajo los pinos.



Figura 14. La regeneración agresiva del pino caribe a lo largo de la carretera Alcoa en el Parque Nacional Sierra de Bahoruco. Esta es una introducción no nativa desafortunada en el ecosistema de una isla que tiene una especie de pino endémica que ocuparía este sitio en una situación normal. Se debe considerar quitar estos árboles y replantar o sembrar con *Pinus occidentalis*.

4 conclusiones y recomendaciones

Atributos Ecológicos Clave Relacionados con el Fuego

(1) La República Dominicana tiene algunos de los mejores ejemplos de ecosistemas subtropicales montanos intactos en las Américas, que consta de un ecosistema de bosque de pino endémico (*Pinus occidentalis*), pastizales montanos, bosque nuboso de baja estatura y bosques latifoliados montanos bajos.

(2) El paisaje que abarca estos ecosistemas representa un ejemplo clásico de la relación dinámica entre los bosques mantenidos por/dependientes del fuego, los montes y las sabanas y los bosques nubosos sensibles al fuego y bosques latifoliados tropicales de baja altitud.

(3) No se duda de la historia y del papel del fuego a largo plazo en este paisaje. Estudios realizados por investigadores de la Universidad de Tennessee documentaron una larga historia del fuego en los sistemas de pino y de sabana.

(4) Se puede deducir la importancia del fuego en el mantenimiento de los ecosistemas de pino y de sabana de (a) esta historia junto con las características de vida y las adaptaciones del pino y otras especies clave, (b) la estructura de los bosques existentes, y (c) los efectos de los incendios recientes.

(5) Los incendios que se originan en los ecosistemas de pino y de sabana son importantes para determinar la distribución y la extensión del bosque nuboso y la vegetación del bosque latifoliado tropical; es decir, el fuego cumple un papel en estos ecosistemas y puede ser importante en la creación de ciertos hábitats y en la determinación de la relativa abundancia de especies.

(6) La siguiente es una sinopsis general de la dinámica de este paisaje natural y las características de las especies:

a. En general, el fuego se origina en los combustibles de pino y pastizales, sumamente incendiables e inflamables; es decir, los combustibles principales de la mayor parte de los incendios son los pastos y los residuos de agujas de pino.

b. Los pinos, los pastos dominantes, las malezas y muchos de los arbustos desarrollaron adaptaciones con el fin de responder al fuego de manera positiva, por ej. pinos grandes con corteza gruesa que los protege y ramas altas abiertas sobreviven fácilmente a los incendios de superficie de baja intensidad. Las plántulas de pino y muchos árboles de pino jóvenes (pero no todos) pueden morir en estos incendios, pero el fuego elimina los pastos y los arbustos que compiten con los pinos y libera nutrientes de las cenizas, creando un semillero favorable para la regeneración de los pinos. El pino criollo parece ser un productor prolífico de semillas y, por lo tanto, los árboles sobrevivientes o los árboles de las áreas cercanas no quemadas reforestan fácilmente las áreas quemadas.

c. Los pastos dominantes forman matas, es decir, ramos o pajones típicos de ecosistemas mantenidos por el fuego. Producen una disposición de combustibles que se enciende y lleva el fuego fácilmente, incluso cuando está verde o bajo condiciones relativamente húmedas. El combustible es fino, muy suelto, bien aireado, las briznas muertas se mantienen durante mucho tiempo dentro de la mata y las briznas probablemente tienen componentes químicos que las hacen altamente inflamables.

d. Los pastos, muchas de las malezas y las especies de arbustos tienen la capacidad de rebrotar después del fuego; es decir, la cobertura del suelo se recupera rápidamente después del fuego. Si bien la erosión después de los incendios es generalizada, en especial en las laderas empinadas, las raíces de los arbustos y los pastos no se mueren y por lo tanto continúan reteniendo tierra y limitan su pérdida de las laderas.

e. El fuego en el bosque de pino y en la sabana no es un proceso de iniciación de una sucesión ecológica. Lo que se quema simplemente se recupera.

f. Los incendios que se originan en la sabana y el bosque de pino frecuentemente se apagan cuando llegan al bosque nuboso o al bosque latifoliado tropical. Estos dos tipos de bosques últimos producen combustibles que son menos inflamables, más compactos y menos aereados, retienen humedad y están sombreados. En el caso del bosque nuboso, está ubicado en un cinturón de humedad, es decir, un medio ambiente generalmente más húmedo que el que se encuentra en la mayor parte de los pinares. Otros bosques latifoliados tropicales se ubican frecuentemente en quebradas o desagües húmedos. Estas diferencias en el medio ambiente, combustibles y comportamiento del fuego interactúan para producir el límite abrupto que se ve a menudo entre los ecosistemas mantenidos por el fuego y los ecosistemas sensibles al fuego.

g. El fuego es un disturbio importante en los bosques nubosos y los bosques latifoliados tropicales pero, debido a que no se repite como una actividad predecible, muchas especies en estos dos tipos de vegetación no poseen adaptaciones para responder al mismo. A pesar de esto, fuegos pequeños esporádicos pueden ser importantes en la creación de hábitats únicos para ciertas especies y para determinar la dominancia de ciertas especies.

h. Durante la estación seca, y en especial durante sequías prolongadas, los incendios que se origi-

nan en el bosque de pino o en la sabana pueden atravesar el límite del ecosistema con los bosques nuboso y latifoliado tropical; pueden ser muy dañinos y pueden, si se repiten con frecuencia, causar un desplazamiento del límite.

i. El daño del fuego en el bosque nuboso y otros bosques latifoliados abre el dosel y crea enormes cantidades de combustible de árboles muertos. El dosel abierto permite que estos combustibles se sequen más rápidamente lo cual los hace más propensos a quemas repetidas y a la pérdida del bosque.

j. Durante períodos extensos sin fuego, el bosque nuboso y los bosques latifoliados penetran en la sabana y los bosques de pino. Los bosques mixtos de pino y latifoliado descritos en la Cordillera Central y en la Sierra de Bahoruco pueden ser resultado de estos cambios.

k. El fuego interactúa con los huracanes. El daño de los huracanes puede producir enormes cargas de combustible que pueden permitir que el fuego afecte grandes áreas en todos los ecosistemas de las tierras altas, tanto los propensos al fuego como los sensibles al fuego.

l. La frecuencia del fuego es clave para la integridad de todos estos ecosistemas. Las quemas deben ser lo suficientemente frecuentes para mantener ejemplos variados de bosque de pino y sabana, pero no tan frecuentes que limiten la regeneración de pinos en áreas grandes. A la inversa, deben ser poco frecuentes y de pequeña escala en el bosque nuboso y el bosque latifoliado. Si se excluye el fuego de las sabanas, éstas se convierten en bosques de pino. Si se excluye el fuego de los pinares (1) se acumulan los combustibles, (2) que pueden causar incendios destructivos que (3) matan a los pinos grandes y degradan las cuencas. La ausencia del fuego a largo plazo previene la regeneración de pinos y lleva a un cambio gradual hacia vegetación de bosque nuboso o bosque latifoliado de madera dura, según el medio ambiente. Si los incendios son muy frecuentes en el bosque nuboso o lati-

foliado, éste se va a transformar en pinar, sabana o matorral y será propenso a la invasión de especies no nativas provenientes de tierras agrícolas y de pastoreo. Si los incendios son muy frecuentes en el bosque de pino, éste se va a transformar en sabana o pastizal.

(7) No importa si los fuegos son producidos por causas naturales o humanas. Uno no es mejor o peor que el otro. La fuente de encendido no es importante, sino que importan las características del régimen del fuego. Si el régimen del fuego cambia o se altera de lo que es necesario para mantener un ecosistema dado, éste va a transformarse en algo diferente.

(8) En este momento no se conoce en qué grado las quemas provocadas por el hombre que escapan el control de los claros agrícolas que rodean o están integrados en las áreas naturales, o aquéllos que se encienden a propósito, representan una amenaza a algún tipo de ecosistema o a todos en la Cordillera Central y en la Sierra de Bahoruco. La incidencia del fuego y sus efectos deben ser monitoreados en mayor detalle y en mayor grado.

(9) Parece ser que el fuego frecuente está matando la regeneración de pinos en muchas áreas de la Cordillera Central, impidiendo el desarrollo de bosques más maduros. De la misma manera, el fuego en algunas partes de la Sierra de Bahoruco puede estar manteniendo los matorrales sin pinos.

(10) El fuego fue excluido de algunos rodales de pino que deberían haber sido raleados por el fuego, ya sea por circunstancias fortuitas o por los esfuerzos de supresión de incendios. La carga de combustible actual y la densidad de los rodales los hacen propensos a incendios de copa de gran magnitud que matarán a los árboles y tendrán un efecto negativo sobre las cuencas.

(11) Es probable que los incendios de origen agrícola fuera de control y los incendios accidentales o provocados estén transformando a los bosques latifoliados en pastizales o matorrales inflamables no nativos, y en los bosques de pino están impidiendo la regeneración de pinos. Este proceso crea un circuito de retroalimentación positiva en el cual el fuego entra en el bosque, crea condiciones más inflamables, lo que lleva a fuegos más frecuentes y a un aumento en la expansión de pastos no nativos en detrimento de los bosques.

(12) Aunque todavía se necesita aprender mucho sobre los detalles de los regímenes de fuego que mantienen los bosques de pino y las sabanas e influyen en los bosques nubosos y los bosques latifoliados, parece ser que el régimen de fuego en los ecosistemas de pino y sabana puede ser descrito como "mixto;" por ejemplo, una combinación de incendios de superficie de baja intensidad y no letales e incendios de alta intensidad y letales (letales para los pinos). Esta mezcla está determinada por una combinación de varias condiciones: tiempo desde el último incendio (acumulación de combustibles); condiciones de quema (por ej. sequedad, humedad, temperatura), densidad del rodal, pendiente y velocidad del viento. Bajo condiciones naturales, este tipo de régimen crearía un conjunto diverso de hábitats, densidades de rodal y edades de rodal.

(13) El madereo pasado (en todas partes) y la supresión del fuego en áreas accesibles alteró la estructura natural del rodal en los bosques de pino y los hizo más propensos a los daños causados por el fuego. El elevado número de incendios que reemplazan los rodales reportados en la Sierra de Bahoruco (Latta et al. 2000) es probablemente producto de la interacción de rodales densos relativamente jóvenes que se desarrollaron después del madereo y los frecuentes incendios causados por el hombre. Los rodales jóvenes densos, que no fueron expuestos a quemas de sotobosque de baja intensidad, son más

propensos a incendios de copa y mortalidad de pinos que los bosques en un paisaje de árboles más grandes y más espaciados, mezclados con pequeñas parcelas de reproducción. Un objetivo debería ser cambiar gradualmente la estructura del bosque hacia rodales de árboles más grandes y más espaciados.

Estrategias Recomendadas para el Manejo del Fuego

(1) La República Dominicana tiene una organización de supresión del fuego sumamente profesional y eficaz. La supresión y prevención de incendios son estrategias muy importantes, pero empleadas de manera eficaz pueden ser perjudiciales para los ecosistemas de pino y de sabana. En última instancia, la exclusión eficaz del fuego puede producir las condiciones necesarias para incendios de mayor magnitud y más destructivos y/o la destrucción de los ecosistemas de pino y de sabana debida a la pérdida del fuego como un factor clave de mantenimiento del ecosistema.

(2) Aunque la supresión y la prevención del fuego son necesarias para prevenir y reducir el daño de incendios no deseados, se debe reconocer el papel importante del fuego en los ecosistemas de pino y de sabana y se debe desarrollar un método integrado de manejo del fuego.

(3) ¿Qué es el manejo integrado del fuego? El manejo integrado del fuego es un método para hacer frente a los problemas y asuntos planteados tanto por los incendios deseados como los no deseados en el contexto de los ambientes naturales y los sistemas socioeconómicos en los que ocurren, mediante la evaluación y el balance de los riesgos relativos que presenta el fuego con el papel beneficioso que juega en un área de conservación, paisaje o región determinado. Busca métodos eficaces en términos de costo para prevenir incendios no deseados así como criterios para responder adecuadamente a los incendios cuando suceden. Reconoce tanto el papel ecológico importante

del fuego en muchos ecosistemas y la necesidad y el valor socioeconómicos del uso del fuego con fines tradicionales y económicos.

(4) Desarrollar planes de manejo integrado del fuego en áreas de conservación clave que incluyan:

a. **Análisis del Problema:** ¿Cuáles son las causas subyacentes de los fuegos no deseados? ¿Dónde ocurren? ¿Por qué ocurren? ¿Qué áreas están en peligro? ¿Qué áreas poseen un gran valor en recursos o biodiversidad que se vean beneficiados o perjudicados por el fuego? ¿Dónde es necesario el fuego? ¿Cuál es la justificación para el manejo del fuego de diferentes maneras?

b. **Prevención:** Regular el uso del fuego, educar a los que usan el fuego, ejecución, programas de educación comunitaria. Mitigación de impactos: reducción de combustible, manejo de la vegetación.

c. **Uso del Fuego:** Quemadas prescritas-¿dónde y cuándo son necesarias? ¿Dónde y bajo qué condiciones se puede permitir que los incendios sigan su curso o se los debe restringir en vez de suprimir? Desarrollar políticas que permitan el uso adecuado del fuego en áreas naturales.

d. **Preparación:** Alerta temprana y sistemas de pronósticos, sistemas de detección y respuesta, personal capacitado en el manejo del fuego.

e. **Respuesta:** Nivel y grado de respuesta a situaciones de fuego dadas y amenazas y beneficios potenciales.

f. **Restauración y Mantenimiento del Ecosistema:** Reparación y restauración ambiental; mantenimiento de la estructura y función deseadas del ecosistema; ayuda al bienestar de la comunidad.

(5) Reducir la incidencia de incendios no deseados mediante:

a. Trabajo con las comunidades agrícolas locales con el fin de contener los fuegos agrícolas. Esto puede requerir el desarrollo y la difusión de materiales educativos sobre quemas controladas y proporcionar capacitación y ayuda en asuntos de quema.

b. Educación de las comunidades locales para que comprendan el papel del fuego, incluyendo los beneficios y los daños.

c. Formación de cuerpos de voluntarios para ayudar a suprimir incendios no deseados.

(6) Restaurar la estructura del bosque: Cambiar gradualmente los bosques de pino en Madre de las Aguas y en la Sierra de Bahoruco a estructuras con árboles más grandes, una cobertura del suelo conducente a incendios de superficie de intensidad relativamente baja y cambios en la proporción entre área quemada por incendio de copas y área quemada por incendio de superficie. Pueden ser necesarios rodales con diversas edades y estructuras para una variedad de especies. Por ejemplo, el pico cruzado (*Loxia leucoptera*) necesita un hábitat con pinos grandes maduros junto con otras estructuras de bosque (Latta et al. 2000).

(7) Desarrollar la capacidad para fuegos prescritos y, siguiendo un plan de manejo del fuego, introducir quemas prescritas de baja intensidad a intervalos adecuados en áreas accesibles para clarear y proteger los rodales densos y permitir la supervivencia de los árboles desde árboles jóvenes y del tamaño de un poste hasta árboles maduros.

(8) Desarrollar un personal de manejo (tanto a nivel de la reserva como en la administración a nivel nacional) capacitado en la comprensión del comportamiento del fuego y en efectuar evalua-

ciones de combustible, utilizando herramientas de predicción de incendios e interpretando los efectos del fuego, para que puedan evaluar mejor qué incendios deben ser suprimidos y cuáles están brindando beneficios al ecosistema, y cuál es la mejor respuesta.

(9) Desarrollar un personal de manejo capacitado en la supresión y el uso del fuego, por ej. quemas prescritas. Asegurar que estén adecuadamente equipados, incluido el transporte.

(10) Donde sea apropiado, usar métodos de silvicultura ecológica (juntamente con el fuego) para restaurar una estructura del bosque menos propensa a incendios perjudiciales, por ej., clareo, siega y plantación de especies nativas únicamente.

(11) Segar, cortar y matar con quemas prescritas todo el pino caribe que se plantó y que se extendió a Madre de las Aguas y a la Sierra de Bahoruco. Replantar o resembrar solamente con pino criollo perteneciente a la misma área ecológica que se está restaurando. Dobler (1999) propone un mapa general de la delimitación de procedencias para el *Pinus occidentalis*.

(12) No se deben emprender esfuerzos de reforestación agresiva después de la mayoría, si no de todos, los incendios. Estos esfuerzos son costosos, han usado especies inadecuadas y fracasan frecuentemente. El pino criollo tienen una alta capacidad de regeneración si hay árboles para semillero en la vecindad. La vegetación de la cobertura del suelo tiene la capacidad de rebrotar. Puede ser necesario resembrar pinos y proteger las cuencas cuando se destruyen rodales densos con los incendios de copa y había poca vegetación en la cobertura del suelo antes del incendio debido a la sombra.

S próximos pasos sugeridos

Los administradores de los recursos naturales de la República Dominicana participan actualmente en la Red de Manejo del Fuego de América Latina y el Caribe, coordinada por la Iniciativa para el Manejo del Fuego de TNC y financiada por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Se entrenó a un pequeño equipo dominicano en los efectos del fuego ecológico en los ecosistemas de pinares y en el comportamiento del fuego. Se debe continuar y ampliar esta participación mediante las actividades siguientes:

- (1) Organizar un taller de la Red sobre ecología de incendios y manejo del fuego en ecosistemas tropicales de tierras altas. Éste será un taller internacional que pondrá de relieve a la República Dominicana y con participantes de la República Dominicana, Cuba, México, América Central, los países andinos y los Estados Unidos. El taller se realizará en español. Los fondos para este taller ya están disponibles. Estará organizado conjuntamente por FMP, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y TNC. El taller reunirá a científicos y directores que trabajan en la República Dominicana y en ecosistemas similares en otros lugares para compartir información, estrategias, técnicas y problemas y soluciones. El taller estará limitado a 40 participantes.
- (2) Conducir un curso de capacitación de incendios prescritos y un taller sobre planificación para el manejo del fuego en la República Dominicana. Se espera que haya fondos disponibles para esta actividad a mediados de 2004.
- (3) De manera conjunta entre la Iniciativa para el Manejo del Fuego de TNC, el Programa para

la República Dominicana de TNC y FMP, desarrollar una estrategia para el manejo del fuego en el país para las dos organizaciones.

- (4) Como parte de la estrategia, trabajar con FMP y otras organizaciones socias para desarrollar e implementar un proyecto modelo para el manejo integrado del fuego con base en la comunidad. Esto incluirá involucrar a las agencias gubernamentales en la capacitación de los agricultores en técnicas para contener los fuegos agrícolas; programas educativos y de prevención que incluyen la preparación de literatura, afiches, etc.; y organizar y capacitar cuerpos locales de bomberos voluntarios.
- (5) Desarrollar un sistema para documentar mejor las ocurrencias de incendios, las áreas quemadas, los impactos o los efectos significativos.
- (6) Desarrollar un plan para el manejo integrado del fuego en un área de conservación clave (posiblemente el Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier) que sirva como modelo para planes en otros lugares. El plan debe incluir o identificar:
 - a. Objetivos del manejo del fuego ecológico;
 - b. Una justificación para el manejo del fuego;
 - c. Las condiciones futuras deseadas;
 - d. Modelos conceptuales que muestren la relación entre los regímenes de fuego y la vegetación;
 - e. Áreas de alto peligro de incendios, por ej., dónde es probable que los incendios sean graves;

f. Áreas de alto riesgo de incendios, por ej., dónde es probable que los incendios ocurran o escapen el control;

g. Áreas de alto valor que pueden ser afectadas, o beneficiadas, por el fuego;

h. Un proceso de detección y de reporte de incendios;

i. Un plan de respuesta al fuego;

j. Un plan de monitoreo y mapeo del fuego;

k. Un plan de uso del fuego, por ej., fuegos prescritos y protocolos para permitir quemas; y

l. Un plan de restauración y mantenimiento del ecosistema.

(7) Identificar individuos clave y oportunidades de capacitación, intercambio y mentoría. La Red de Manejo del Fuego de América Latina y el Caribe, junto con el Servicio Forestal de USDA, puede facilitar oportunidades de capacitación y mentoría.

(8) Desarrollar un plantel de instructores para el manejo del fuego en la República Dominicana. El enfoque inicial de la capacitación y mentoría deberá ser el desarrollo de este plantel de instructores, que puedan desarrollar cursos de capacitación adecuados dentro de la República Dominicana.

(9) Identificar un miembro del personal de TNC o FMP para coordinar las actividades y las acciones con la Iniciativa para el Manejo del Fuego de TNC.

(10) Desarrollar y/o promover un programa de investigación para hacer frente a las muchas preguntas relacionadas con los efectos del fuego, los regímenes del fuego, los combustibles y el comportamiento del fuego. Algunas preguntas importantes de investigación incluyen:

a. ¿Qué efecto tiene la temporada de quema en la respuesta de los bosques de pino y las sabanas? ¿Habrán sido comunes los incendios causados por rayos en períodos más lluviosos? Los incendios causados por el hombre tienden a ocurrir temprano en el año, cuando las condiciones son más secas y los efectos pueden ser notablemente diferentes.

b. ¿Cómo afecta el fuego a especies específicas endémicas o raras?

c. ¿Cuáles son las características de supervivencia de los pinos bajo diferentes tipos de fuego?

d. ¿Qué efecto tienen las diferentes estaciones, frecuencia e intensidad de quema sobre la estructura y la diversidad de la cobertura del suelo y del sotobosque?

e. Dada la naturaleza remanente de los bosques de pino, montes y sabanas, ¿cuáles son las opciones deseables para aplicarle fuego al paisaje a fin de crear o mantener el modelo de vegetación y hábitats más apropiado para mantener la biodiversidad del área?

(11) Recaudar fondos para desarrollar e implementar los proyectos de manejo del fuego.

6 referencias

- Darrow, W. K. & T. Zanoni. 1990. Hispaniolan pine (*Pinus occidentalis* Swartz): A little known subtropical pine of economic potential. *Commonwealth Forestry Review* 69:133–46.
- Dobler, Gunter. 1999. Manejo y tables de rendimiento de *Pinus occidentalis*. San José de las Matas, Republica Dominicana.
- Fisher-Meerow, L. L. & W. S. 1989. A floristic study of five sites along an elevational transect in the Sierra de Baoruco, Prov. Pedernales, Dominican Republic. *Moscosoa* 5:159–185.
- Guerrero, A. & M. M. McPherson. 2002. Historia integrada de la región de Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier (Valle Nuevo). Pages 22–33 In: F. Nuñez (ed.), *Evaluación Ecológica Integrada Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier*.
- Guerrero, A., N. Ramírez, A. Veloz & B. Peguero. 2002. Vegetación y flora del Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier (Valle Nuevo). Pages: 34–56 In: F. Nuñez (ed.), *Evaluación Ecológica Integrada Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier*.
- IUCN Species Survival Commission. 1994. *IUCN Red List*. Gland, Switzerland.
- Holdridge, L. R. 1947. The pine forests and adjacent mountain vegetation of Haiti, considered from the standpoint of a new climatic classification of plant formations. Ph.D. Dissertation, University of Michigan, Ann Arbor.
- Horn, S. P., L. M. Kennedy & K. H. Orvis. 2001. Vegetation recovery following a high elevation fire in the Dominican Republic. *Biotropica* 33:701–708.
- Horn, S. P., K. H. Orvis, L. M. Kennedy & G. M. Clark. 2000. Prehistoric fires in the higlands of the Dominican Republic: Evidence from charcoal in soils and sediments. *Caribbean Journal of Science* 36:10–18.
- Latta, S. C., M. L. Sondreal & C. Brown. 2000. A hierarchical analysis of nesting and foraging habitat for the conservation of the Hispaniolan White-winged crossbill (*Loxia leucoptera megaplaga*). *Biological Conservation* 96:139–150.
- May, T. 1997. Fases tempranas de sucesión en un bosque nublado de *Magnolia pallescens* después de un incendio (Loma de Casabito, Reserva Científica Eban Verde, Cordillera Central, República Dominicana). *Moscosoa* 9:117–144.
- McPherson, M., F. Portorreal, C. Cattafesta & F. Díaz. 2002. Estudio socioeconómico de las comunidades ubicadas dentro y en la periferia del Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier. In: F. Nuñez (ed.), *Evaluación Ecológica Integrada Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier*.
- Sherman, R. E., P. H. Martin & T. J. Fahey. 2003 (submitted). Vegetation–environment relationships in forest ecosystems of the Cordillera Central, Dominican Republic. *Journal of Tropical Ecology*.